

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

Анотація. Стаття присвячена аналізу можливостей використання безпілотних літальних апаратів для вирішення задач неруйнівного контролю та інших сфер життєдіяльності людини. У роботі виконано огляд будови та принципу роботи безпілотних літальних апаратів, показані їх основні переваги та недоліки, а також перспективи застосування. Розглянуто новітню технологію організації безпроводного зв'язку для БПЛА.

Ключові слова: безпілотник, дрон, безпілотний літальний апарат, БПЛА, неруйнівний контроль.

ВСТУП

Візуальна перевірка – це один із найпотужніших та найпопулярніших інструментів у наборі будь-якого дефектоскопіста. Спеціаліст з неруйнівного контролю на основі візуального огляду може легко ідентифікувати корозію, деформації, руйнування покриття, пошкодження ізоляції, нещільність прилягання, витік видимої речовини та структурні пошкодження, прикладів дуже багато. Проблема полягає в тому, щоб отримати чіткий візуальний доступ туди, де потрібно провести контроль, проте в ряді випадків це може бути складно, неможливо або дуже небезпечно. Однак за умови використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) це завдання може бути вирішено.

Сьогодні дрони знайшли широкий спектр застосування насамперед у вигляді невеликих квадрокоптерів та октокоптерів. Наприклад, вони використовуються для моніторингу кліматичних змін, доставки товарів, допомоги в операціях пошуку, відео- та фотозйомок, але не менш частіше у сфері неруйнівного контролю (НК), коли потрібно отримати доступ до віддалених місць, підвищених конструкцій складної геометрії як на відкритому повітрі, так і у вузьких або високих приміщеннях з обмеженим простором.

КОНСТРУКЦІЯ БПЛА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ

До одного з найпростіших з точки зору конструкції безпілотних літальних апаратів відносять квадрокоптер.

Конструкція сучасних дронів. Стандартна комплектація квадрокоптера передбачає наявність 4-х електричних двигунів, на кожному з яких закріплений свій повітряний гвинт, акселерометру і альтиметру, посадкових шасі, схеми для бездротового підключення (Wi-fi, 4G, GPS), контролеру польоту, акумулятора та в більшості випадків камери [1].

Існують сотні різних типів датчиків і перетворювачів, які можна встановити на дрон. У тому числі БПЛА можуть бути оснащені засобами неруйнівного контролю, включаючи ультразвукові (УЗ), інфрачервоні (ІЧ) та датчики виявлення газу, інструменти для візуалізації з високою роздільною здатністю, а також мультиспектральні та гіперспектральні камери [2].

Альтиметр (висотомір) дозволяє дрону визначати на якій висоті він знаходиться [3]. Крім того, чіп GPS допомагає утримувати безпілотник у межах осей x та z, коригуючи курс, коли сильний вітер обдуває його (деякі БПЛА витримують пориви до 50 миль на годину без порушення позиціонування).

Технологія гіроскопічної стабілізації є однією з головних компонентів, що забезпечує безпілотний політ дрона. Гіроскоп повинен миттєво реагувати на сили, що чинять тиск на БПЛА. Акселерометр – це датчик, який подає безпілотнику інформацію про його швидкість та напрямок руху.

Бездротові системи зв'язку. Контролеру управління БПЛА необхідно спілкуватися з безпілотником, і зазвичай це роблять за допомогою радіохвиль. Дронами, як правило, керують радіохвилі 2,4 ГГц. Також для реалізації зв'язку багато контролерів БПЛА застосовують сигнал Wi-Fi, що може передаватися на частоті 2,4 ГГц, яку смартфони та планшети можуть використовувати без будь-якого додаткового устаткування.

Мікросхема GPS всередині БПЛА передає своє місце розташування контролеру. Останній також реєструє місце зльоту дрона, якщо йому потрібно буде повернутися в автоматичному режимі. Модуль GPS на БПЛА працює майже так само, як GPS-навігаційні пристрої в автомобілях. Оператор дає вказівки, і безпілотник прокладає шлях з допомогою супутників GPS. Останні моделі дронів мають подвійні глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), такі як GPS та GLONASS.

Для забезпечення високостабільного зв'язку безпілотника з оператором можна використовувати більш досконалу технологію LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks). LoRaWAN – це відкритий енергоефективності мережевий протокол зв'язку, що забезпечує значну перевагу перед Wi-Fi і мобільними мережами завдяки можливості розгортання міжмашинних комунікацій. Технологія LoRa значно підвищує чутливість приймача і, аналогічно іншим методам модуляції з розширеним спектром, використовує всю ширину смуги пропускання каналу для передачі сигналу, що робить його стійким до канальних шумів і нечутливим до зсувів, викликаних неточностями в налаштуванні частот при використанні недорогих опорних кварцових резонаторів. Модем LoRa може приймати і демодулювати сигнали на 19,5 дБ нижче рівня перешкод або шумів. Цей імунітет до перешкод дозволяє використовувати просту і недорогу систему з LoRa модуляцією в тих місцях, де є важка спектральна обстановка, або в гібридних системах зв'язку. У цих випадках використання технології LoRa дозволяє розширити діапазон покриття зв'язку, в той час як інші варіанти модуляції виявляються безсилими. Завдяки своїй чутливості технологія LoRa підходить для пристроїв з вимогами низького споживання енергії і високої стійкості зв'язку на великих відстанях [4].

Отже, для конкретної задачі неруйнівного контролю можна підібрати БПЛА з необхідними параметрами, щоб забезпечити проведення високоточної діагностики з отриманням на виході дуже якісних даних у вигляді фото-, відеоматеріалу для подальшого аналізу спеціалістом.

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

Сьогодні все більше компаній застосовують технології БПЛА для візуального огляду об'єктів, оскільки це економічно вигідний та ефективний спосіб перевірки на висоті та важкодоступних ділянках.

Використання БПЛА в неруйнівному контролі має такі переваги, як: швидкий огляд та оцінка стану об'єкту; висока якість фотографій дефектів; доступ до важкодоступних об'єктів; менший час простою обладнання або контроль під час експлуатації; високий рівень безпеки оператора; візуальне охоплення великих територій; значно нижчі витрати на проведення контролю; легко відтворюваний алгоритм процедури для регулярного моніторингу [5].

Безпілотники можуть отримати доступ майже до будь-якої частини будівлі та збирати більше корисної інформації, використовуючи високоякісні зображення, відео та теплові камери. Незважаючи на те, що все ще існує потреба в людському досвіді, перевірка будівель на основі БПЛА є швидшою, ефективною та точною.

Одним із прикладів завдання, що містить велику небезпеку для людини, є перевірка спалаху на нафтогазовій платформі, де факел все ще активний. Тут безпілотники збирають графічні чи термографічні дані про стан спалаху, без зупинки виробництва. Збір даних відбувається в турбулентному та наповненому полум'ям середовищі, тоді як оператор, спеціаліст з НК та працівники знаходяться на безпечній відстані від зони контролю, а значить, поза зоною ризику.

Новою сферою застосування БПЛА став контроль літаків (рис. 1, а). Оснащений лазерним датчиком виявлення перешкод, програмним забезпеченням планувальника польоту та пов'язаний з програмою для перевірки авіаційної техніки, БПЛА прискорить візуальний огляд літака. Цей метод також покращить якість самої перевірки. Спеціалістами вже розроблено програмне забезпечення для перевірки літаків з використанням дронів спеціально для огляду верхніх частин фюзеляжу, що є яскравим прикладом новітнього впровадження технології в НК.



а



б

Рисунок 1. Застосування БПЛА для неруйнівного контролю об'єктів:

а) діагностика фюзеляжу літака; б) контроль стану панелей сонячних батарей

Дрони стали життєво важливим інструментом для інспекцій сонячних панелей, збираючи дані більш ніж у 50 разів швидше, ніж ручні методи, та покращуючи безпеку процесу діагностики (рис. 1, б). Поява БПЛА, як інструменту для проведення такого виду робіт, схоже, прискориться, оскільки тенденція до впровадження відновлюваних джерел енергії, як очікується, буде значно зростати в найближчі роки.

Особливо актуально застосовувати вдосконалені безпілотники під час вимірювання викидів димових газів або огляду вітрових турбін, де

термографічна камера може виявити розшарування, тобто внутрішні композиційні шари, що розділяються під поверхнею крила. Дрон збирає фотографії можливих дефектів з високою роздільною здатністю, що дозволяє детально планувати ремонтні роботи, оскільки зібрані дані допоможуть уникнути непередбачуваних ситуацій протягом періоду технічного обслуговування та експлуатації.

Спеціаліст з НК може одночасно проводити кілька інспекцій, поки є достатньо дронів. Є можливість одночасно контролювати всі перевірки з віддаленого місця через мережу інтернет та хмарні системи, що дозволить працювати висококваліфікованому спеціалісту з будь-якої точки світу.

ВИСНОВКИ

Безумовно, використання БПЛА для контролю якості та параметрів об'єктів – це нова технологія, що стрімко розвивається та дозволить поглянути на процес проведення НК під іншим кутом із значною кількістю додаткових переваг, а також значно розширить діапазон можливих об'єктів контролю.

Наступні кілька років стануть новаторськими для сектора БПЛА: на ринку з'являться нові рішення для подолання проблем або підвищення ефективності в різних секторах (нові системи датчиків), збільшиться автономність дронів, розширяться їх можливості для автоматизованої перевірки однакових об'єктів контролю, будуть проводитися навчання спеціалістів з керування безпілотниками та їх сертифікація.

За кордоном вже існують та активно розвиваються фірми, що пропонують послуги НК за допомогою БПЛА, на ринку України поки що небагато таких пропозицій, тож дана галузь є дуже перспективною для розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Up, Up and Away: How Do Drones Work? – Режим доступа: <https://www.ctia.org/news/up-up-and-away-how-do-drones-work>. – 25.04.2021.
- [2] Сторожик, Д. В. Комплексування мультиспектральних зображень, як метод підвищення їх інформативності при бінарній сегментації / Д. В. Сторожик, О. В. Муравйов, А. Г. Протасов, В. Г. Баженов, Г. А. Богдан // Наукові вісті КПП. – 2020. – № 2. – С. 82-87.
- [3] Морозов М. А. Современная лазерная дальнометрия / М. А. Морозов, А. В. Муравьев // Новые направления развития приборостроения: материалы 9-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, 20-22 апреля. – Минск, Беларусь, 2016. – С. 38.
- [4] Разработка и проектирование системы связи беспилотного летательного аппарата для мониторинга промышленных объектов. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2017/fkita/rychkovsky/diss/index>. – 27.04.2021.
- [5] What Are Drones Used For From Business To Critical Missions. – Режим доступа: <https://www.dronezon.com/drones-for-good/what-are-drones-used-for-and-best-drone-uses/>. – 29.04.2021.

Наук. керівник – к.т.н. Муравйов О.В.